



<b>TRANSMITTAL FORM</b> <i>(to be used for all correspondence after initial filing)</i>		Application No.	10/724,554
		Filing Date	November 25, 2003
		First Named Inventor	Ho Yong Kang
		Art Unit	
		Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	7	Attorney Docket Number	2013P133

ENCLOSURES (check all that apply)		
<input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form  <input type="checkbox"/> Fee Attached  <input type="checkbox"/> Amendment / Response  <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)  <input type="checkbox"/> Extension of Time Request  <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request  <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement  <input type="checkbox"/> PTO/SB/08 <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)  <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application  <input type="checkbox"/> Basic Filing Fee <input type="checkbox"/> Declaration/POA  <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s)  <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers  <input type="checkbox"/> Petition  <input type="checkbox"/> Petition to Convert a Provisional Application  <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address  <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer  <input type="checkbox"/> Request for Refund  <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group  <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences  <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)  <input type="checkbox"/> Proprietary Information  <input type="checkbox"/> Status Letter  <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">Request for Priority; return postcard</div>
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139 BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN LLP
Signature	
Date	1/5/04

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION			
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.			
Typed or printed name	Melissa Stead		
Signature		Date	1-5-04



# FEE TRANSMITTAL for FY 2003

Effective 01/01/2003. Patent fees are subject to annual revision.

☒ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT (\$)

## Complete if Known

Application Number 10/724,554  
Filing Date November 25, 2003  
First Named Inventor Ho Yong Kang  
Examiner Name  
Group/Art Unit  
Attorney Docket No. 2013P133

## METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☐ None  
☒ Deposit Account

Deposit Account Number

02-2666

Deposit Account Name

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

The Commissioner is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Credit any overpayments  
☒ Charge any additional fee(s) required under 37 CFR §§ 1.16, 1.17, 1.18 and 1.20.  
☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account

## FEE CALCULATION

### 1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	180	2005	80	Provisional filing fee	
SUBTOTAL (1)					(\$)

### 2. EXTRA CLAIM FEES

Total Claims  - 20\*\* =  X  =  Fee Paid  
Independent Claims  - 3 =  X  =   
Multiple Dependent

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20	
1201	86	2201	43	Independent claims in excess of 3	
1203	290	2203	145	Multiple Dependent claim, if not paid	
1204	86	2204	43	**Reissue independent claims over original patent	
1205	18	2205	9	**Reissue claims in excess of 20 and over original patent	
SUBTOTAL (2)					(\$)

\*\*or number previously paid, if greater, For Reissues, see below

## FEE CALCULATION (continued)

### 3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet.	
2053	130	2053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for <i>ex parte</i> reexamination	
1804	920 *	1804	920 *	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840 *	1805	1,840 *	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	950	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	1,210	2255	605	Extension for reply within fifth month	
1404	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	2451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	2460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	1809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR § 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR § 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	

Other fee (specify)

\* Reduced by Basic Filing Fee Paid

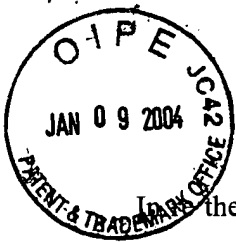
SUBTOTAL (3)

(\$)

## SUBMITTED BY

Complete (if applicable)

Name (Print/Type) Eric S. Hyman  
Registration No. (Attorney/Agent) 30,139  
Telephone (310) 207-3800  
Signature  
Date



DOCKET NO.: 2013P133

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Application of:

HO YONG KANG, ET AL.

Application No.: 10/724,554

Filed: November 25, 2003

For: **Communication Apparatus In  
Ethernet Passive Optical Network**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR PRIORITY**

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	2002-74354	27 November 2002
Korea	2003-75638	28 October 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 1/5/04

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor  
Los Angeles, CA 90025  
Telephone: (310) 207-3800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Melissa Stead  
Melissa Stead

1-5-04  
Date



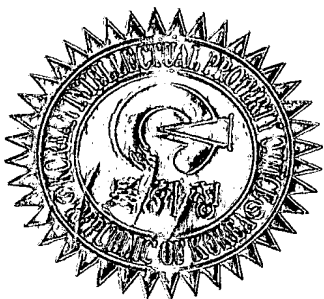
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0074354  
Application Number PATENT-2002-0074354

출원년월일 : 2002년 11월 27일  
Date of Application NOV 27, 2002

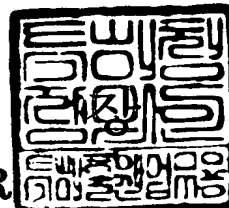
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2002 년 12 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0024
【제출일자】	2002.11.27
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	이더넷 - P O N 브리지 계층의 통신장치 및 통신방법
【발명의 영문명칭】	Apparatus of communication in Ethernet-PON bridge sublayer, and method thereof
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2001-038378-6
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2001-038396-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강호용
【성명의 영문표기】	KANG, Ho Yong
【주민등록번호】	650724-1889513
【우편번호】	302-791
【주소】	대전광역시 서구 월평3동 301 누리아파트 109동 1507호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유태환
【성명의 영문표기】	Y00, Tae Whan
【주민등록번호】	580701-1036616

【우편번호】	305-721		
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 106동 1302호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	이형호		
【성명의 영문표기】	LEE, Hyeong Ho		
【주민등록번호】	550403-1481019		
【우편번호】	305-755		
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107동 804호		
【국적】	KR		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 필 (인) 대리인 이영 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20 면	29,000 원	
【가산출원료】	20 면	20,000 원	
【우선권주장료】	0 건	0 원	
【심사청구료】	0 항	0 원	
【합계】	49,000 원		
【감면사유】	정부출연연구기관		
【감면후 수수료】	24,500 원		
【기술이전】			
【기술양도】	희망		
【실시권 허여】	희망		
【기술지도】	희망		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통		

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 이더넷 기반의 PON 망(Passive Optical Network)에서 ONU(Optical Network Unit)간의 point-to-point 통신을 지원하기 위한 PON Bridge 부계층에서의 통신 장치 및 통신방법에 관한 것이다. 본 발명의 이더넷-PON 브리지 계층의 통신장치는 이더넷 기반의 PON망에서 ONU 간의 point-to-point 통신을 지원하기 위하여, 송신입력처리부, 송신입력큐, 송신 룩업 및 학습부, 송신출력큐, Priority큐 제어부, 수신입력큐, 수신룩업 및 학습부, 수신출력큐, 수신출력처리부, 필터링 테이블, VLAN 테이블 및 CPU접속부를 구비한다. 본 발명은 종래의 이더넷 프로토콜을 그대로 사용할 경우 ONU 간의 통신을 지원할 수 없었던 문제와 802.1D와의 호환성 문제를 해결하는 효과가 있다.

**【대표도】**

도 3

**【명세서】**

**【발명의 명칭】**

이더넷-PON브리지 계층의 통신장치 및 통신방법 {Apparatus of communication in Ethernet-PON bridge sublayer, and method thereof}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 프리앰블을 포함한 MAC 프레임의 구조와 제어신호를 도시한 도면이다.

도 2는 EPON 시스템의 OLT와 ONU의 계층구조이다.

도 3은 이더넷 브릿지의 프레임 릴레이 유닛(Frame Relay Unit)의 기능블록 및 포워딩 프로세스의 흐름도이다.

도 4는 EPON OLT 시스템의 PON Bridge 계층의 기능 블록도이다.

도 5는 EPON OLT 시스템의 PON Bridge에서의 Filtering Address Table 기능 구조도이다.

도 6은 EPON OLT 시스템의 PON Bridge에서의 Filtering Address Table Entry Format이다.

도 7은 EPON OLT 시스템의 PON Bridge에서의 VLAN Table Entry Format이다.

도 8은 Ethernet-PON 액세스 네트워크 망 구조도이다.

도 9는 PON 프레임 포맷을 나타낸 도면이다.

도 10은 PON 의 효율적인 데이터 링크를 나타낸 도면이다.

도 11은 PON Native Mode - 802.1D Incompatible를 도시한 도면이다.

도 12는 ONU와 ONU 데이터 링크를 위한 방식을 도시한 도면이다.



도 13은 공유랜 에플레이션 구조도이다.

도 14는 PON Bridge 기능 구조도이다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <15>      본 발명은 이더넷 기반의 PON 망(Passive Optical Network)(이하, EPON이라 칭한다.)에서 ONU(Optical Network Unit)간의 point-to-point 통신을 지원하기 위한 PON Bridge 부계층에서의 통신장치 및 통신방법에 관한 것이다.
- <16>      Ethernet-PON은 기존의 구내통신(LAN)에서 사용하던 Ethernet을 일반 가입자 망에도 적용하기 위해서 만들어진 수동 광 가입자 망 방식으로서 망측에 연결된 OLT(Optical Line Termination)와 가입자 측에 연결된 ONU(Optical Network Unit)가 중간에 수동 광 분배기(Passive Splitter)를 통해 수동적으로 연결된 PON(Passive Optical Network)으로 구성된다.
- <17>      즉, PON 망은 매체공유형 트리 구조의 망으로써, 기존의 이더넷에서의 매체공유와는 달리 파이버와 스플리터의 특성상 OLT에서 ONU로의 하향 프레임은 모든 ONU로 전달되고, ONU로부터 송신되는 상향 프레임은 다른 ONU에서는 수신하지 못하고 오직 OLT에서만 수신할 수 있는 전송의 방향성을 갖는다. ATM PON과 달리 Ethernet-PON에서는 전달되는 데이터의 단위가 기존의 Ethernet 프레임이며 PON 구조에서 상위 브리지와의 호환을 위해 8바이트의 프리앰블에 ONU를 논리적으로 구분하기 위한 LLID(Logical Link Identification)를 도 1과 같이 삽입한다.

- <18> 도 1은 프리앰블을 포함한 MAC 프레임의 구조와 제어신호를 도시한 도면이다.
- <19> 하향 프레임에서 이 LLID는 어느 ONU로 향하는 프레임인지를 나타내고(LLID는 broadcast를 포함할 수 있음) 상향 프레임에서 어느 ONU로부터 전송된 프레임인지 나타낸다. 이 LLID를 이용하여 EPON 시스템이 point-to-multipoint 통신환경에서 마치 여러 개의 point-to-point 링크처럼 보이도록 함으로써 상위 브리지와의 호환을 맞춘다. 예를 들어 어떤 ONU가 다른 ONU로 가는 프레임을 올려 보냈을 때 그 프레임이 해당 목적지 ONU에게만 전달되도록 하는데 이 경우 받은 상향 LLID와 다른 값을 가지는 하향 LLID 값을 사용함으로써 브리지에서 볼 때 물리적으로 같은 선로에서 받아서 같은 선로로 다시 내보내어 브리지 규칙에 위반이지만 다른 LLID를 사용함으로써 다른 선로로 forwarding한 것과 같이 작동한다. 이러한 LLID 처리로 인하여 상위의 NP(Network Processor)나 스위치는 하위에 EPON이 있는지 인식하지 않도록 해 준다.
- <20> 하향으로 전달되는 광섬유의 수동분기에 의해 모든 ONU에 broadcast되어 해당 ONU가 LLID를 보고 프레임을 수신할지 결정하고, 상향으로는 OLT가 주는 grant에 따라 ONU들이 자기에게 할당된 시간에 프레임을 전송하면 OLT에 도착할 때에는 겹치지 않고 순차적으로 도착하게 된다. OLT는 프리앰블에 붙은 LLID를 보고 어느 ONU가 올려보낸 프레임인지 알 수 있게 된다.
- <21> EPON은 PON 형태로 연결된 OLT와 다수의 ONU 사이에서 Ethernet 프레임을 주고 받는 방식으로서 IEEE 802.3ah에서 표준화가 진행되고 있다. 기존의 Ethernet은 shared medium(매체공유형)과 point-to-point link만 지원했으며 하향으로는 broadcast되고 상향으로는 TDM(Time Division Multiplexing) 기반에서 OLT만 받게 되는 PON 구조는 기존

의 MAC에서는 지원되지 않는 망 형태이다. 이러한 PON 망에서는 상위 브리지가 연결되어 있을 때 호환성 문제가 발생한다.

<22> 즉 ONU가 OLT로 어떤 MAC 프레임을 보냈을 때 만약 그 MAC 프레임이 다른 ONU로 향하는 것이라면 그 브리지는 그 프레임을 다시 동일한 포트에 보내야 하는 것이다. 또한 ONU 입장에서 자기 보낸 포트에 MAC 프레임이 다시 입력되는 일이 발생한다. 이것은 기존의 브리지에서는 허용되지 않는 것이므로 기존의 브리지와의 호환을 위하여 LLID(Logical Link ID) 값을 모든 프레임에 붙여서 EPON을 마치 여러 개의 point-to-point link로 보이도록 해 준다. 이 LLID는 하향에 있어서는 해당 프레임이 향하고 있는 ONU를 나타내며 상향에 있어서는 해당 프레임을 송신한 ONU를 나타낸다.

<23> 기존의 이더넷에서는 같은 랜 세그먼트에 속한 모든 단말 또는 노드는 동일한 프레임을 동시에 수신하게 되지만, PON 망에서는 ONU에서 다른 ONU로 프레임을 보내려고 하면, ONU가 OLT로 프레임을 전송하고 OLT가 이 프레임을 다시 목적지 주소를 보고 해당 하는 ONU로 되돌려 보내야 한다. 하지만 기존의 이더넷 표준을 따르면 OLT가 수신한 프레임은 ONU로 되돌려 보낼 수 없다. EPON망에서 이러한 문제를 해결하기 위한 몇 가지 제안들이 있었다.

<24> 종래의 방식은, PHY 계층과 MAC 계층 사이에 point-to-point를 위한 에플레이션 계층을 두는 것이다. 이 방식은 다시 두가지 방식으로 구분된다. 하나는 에플레이션 계층에서 ONU로부터 수신된 모든 프레임을 PON-tag를 제거하여 상위 계층으로 올려보내고, 동시에 이 프레임을 복사하여 PON 인터페이스를 통하여 모든 ONU로 방송하는 것이다. ONU는 수신한 프레임의 PON-tag를 확인하여 자신의 PON-tag인 경우는 필터링하여 프레임을 버리고, 그렇지 않은 경우는 PON-tag를 제거하여 상위로 올려보낸다. 이 방식은 ONU

간의 point-to-point 통신이 아닌 경우에도 모든 프레임을 PON 인터페이스로 되돌려 보내므로 PON 망에서의 하향 대역폭 낭비가 심하다. 또 다른 방식은, 각 ONU로부터 올라온 프레임을 첨부된 PON-tag를 보고 구분하여 상위의 MAC 계층으로 올려보낸다.

<25> 상위의 MAC 계층은 PON 인터페이스에 연결된 ONU의 수만큼의 논리적인 MAC 계층이 구성되고 각각의 MAC 계층이 브릿지의 포트에 연결되어 프레임이 브릿지를 통하여 스위칭되어 해당하는 MAC 계층을 통하여 내려오게 된다. 브릿지에서 스위칭되어 내려온 프레임은 목적지 주소에 해당하는 PON-tag가 첨부되어 PON 인터페이스를 통하여 ONU로 발송된다. ONU는 수신한 프레임의 PON-tag를 확인하여 자신의 PON-tag인 경우는 PON-tag를 제거하여 상위로 올려보내고, 그렇지 않은 경우는 필터링하여 프레임을 버린다. 이 경우는 프레임 멀티플렉싱이 각 MAC 계층에서 이루어지고, MAC 계층간 멀티플렉싱이 한번 더 이루어져야 하므로, 프레임 멀티플렉싱이 복잡하게 되는 단점이 있고, 또한 하나의 PON 인터페이스에 대하여 논리적인 MAC 계층이 ONU의 수만큼 구성되어야 하는 단점이 있다.

<26> 또 다른 방식은 OLT의 MAC 계층 상위에 공유랜 에뮬레이션 (Shared LAN Emulation) 기능을 두는 것이다. 공유랜 에뮬레이션은 하위 계층 공유랜 에뮬레이션 (Lower Layer Shared LAN Emulation), 논리적 MAC, 상위 계층 공유랜 에뮬레이션 (Upper Layer Shared LAN Emulation, ULSLE)의 세 부분으로 구성된다. 하위 계층 공유랜 에뮬레이션 기능은 ONU로부터 올라온 프레임의 LLID (Logical Link ID)를 보고 이를 해당하는 논리적 MAC으로 넘겨준다. 논리적 MAC은 이 프레임을 상위 계층 공유랜 에뮬레이션 기능으로 넘긴다.

<27> 상위 계층 공유랜 에멀레이션은 IEEE802.1D 의 브릿지와 유사한 기능을 가지면서 point-to-point를 위해 프레임의 LLID를 판별하여 해당하는 논리적 MAC으로 내려보낼 수 있다. 논리적 MAC에서는 이 프레임을 LLID를 셋팅하여 하위 계층으로 내려보낸다. 방송인 경우에는 별도의 방송용 논리적 MAC을 통해 내려보낸다. 이 경우 방송용 비트를 셋팅한다. 이 경우는 논리적인 MAC이 (LLID 의 수 x 2 +1) 만큼 존재하게 되고, 공유랜 에멀레이션 기능을 위해 프레임 형태가 표준과는 달리 변경되어야 할 것으로 보인다. 이 기술에서는 정확한 프레임 형태에 대한 언급은 없다. 또한 각 논리적 MAC 간의 멀티플렉싱이 필요하므로 전체적인 하향 데이터에 대한 멀티플렉싱이 복잡해지는 단점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<28> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, PON Bridge 부계층에서의 LLID별 목적지 MAC 주소 및 VLAN ID를 위한 주소테이블의 생성과 관리를 통하여 PON 시스템 내에서의 ONU 간의 통신과 VLAN Multicast를 제공하는데 있다.

<29> 이를 위해 본 발명은 EPON망에서 ONU 간의 point-to-point 통신을 지원하고 VLAN ID를 이용한 multicast 통신을 지원하기 위한 PON Bridge계층 하드웨어 구조 및 장치를 제공한다. 기존의 이더넷 표준의 많은 변경은 기존 이더넷 망과의 호환성을 떨어뜨리고, 복잡한 구조는 구현의 난이도를 증가시킨다. 이더넷 표준의 변경을 최소화하면서 ONU 간의 point-to-point 통신을 가능하게 하고, 802.1D의 브릿지 장치와의 호환성을 유지하고 하드웨어 구조를 단순화 한다. 또한 point-to-point 통신을 위한 목적지 주소와 LLID 테이블을 생성, 관리하고, VLAN ID와 LLID 테이블을 생성, 관리하기 위한 방법도 본 발명의 기술적 과제이다.

<30> 그리고, 이더넷에서 프레임 릴레이(Frame Relay)는 브릿지에서 이루어지는데, 브릿지의 기능을 정의하고 있는 IEEE802.1D 에서는 프레임을 수신하면 수신한 포트로는 그 프레임을 되돌려 보낼 수 없게 되어 있다. IEEE802.1D 의 표준을 지키면서 EPON 망에서의 ONU 간 통신을 제공하기 위해 PON Bridge 부계층 기능을 제공한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<31> 상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 EPON 시스템에서의 PON Bridge 부계층 장치는, NP로부터 GMII 또는 SPI 방식으로 프레임을 받아 내부에서 사용하는 32비트 데이터로 바꾸고 프레임에 대한 FCS 검사 및 프레임 정합 기능을 수행하는 송신입력처리부; 송신을 위해 NP 쪽에서 입력된 데이터 프레임들을 저장하고 있으며 내부에 하나 이상의 프레임 데이터가 있을 경우에는 프레임 상태를 송신록업 및 주소학습부에 알려 줌으로써 데이터의 처리가 시작되도록 하는 송신입력큐; 상기 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA를 lookup하여 해당 MAC 주소가 ONU측에 존재하는지 아니면 NP쪽에 존재하는지 알아내고 ONU쪽에 존재하는 경우 어떤 LLID를 달아야 할지 알아내어 ONU에 존재할 경우에는 적절한 LLID값을 붙여서 송신출력큐로 보내는 송신록업 및 학습부; 이미 록업이 끝나서 LLID가 붙은 ONU로 향하는 프레임들이 MPCP로 전달되기 위해 대기하는 장소로써 802.1Q의 프레임의 3비트의 Priority 필드를 읽어서 Priority 값에 해당하는 메모리에 각각 저장하는 송신출력큐; MPCP로부터 온 프레임에서 3비트의 802.1Q priority 필드를 읽어서 해당되는 Priority 큐에 프레임을 각각 저장하는 Priority큐를 제어하는 Priority큐 제어부; MPCP로부터 온 프레임에서 3비트의 802.1Q priority 필드를 읽어서 해당되는 Priority 큐에 프레임을 각각 저장하고 priority 큐 각각에 한 개 이상의 프레임이 있는 경우 수신 록업 및 학습부에 이 사실을 알려 읽어 가도록 하는 수신입력큐;

수신입력큐에 프레임이 있는 경우 그 데이터를 읽어서 filtering DB에서 목적지 주소 관련 데이터를 룩업을 하여 해당 목적지 주소가 NP측에 있는지 ONU측에 있는지, ONU 측에 있으면 LLID값은 어떤지를 알아내는 수신룩업 및 학습부; 수신룩업 및 학습부로부터 802.1Q Priority 필드에 따라서 수신입력큐로부터 읽은 프레임을 일시 저장하는데 사용되며, 수신룩업 및 학습부에 의해 DA의 룩업 결과 ONU에 위치한 주소가 아니면 수신출력큐에 프레임을 저장하는 수신출력큐; 수신출력큐에서 데이터를 읽어 상위 NP나 스위치로 데이터를 보내기 위해 32비트 데이터를 8비트 데이터의 GMII 규격 신호로 바꾸는 수신출력처리부; 필터링 테이블 및 VLAN 테이블을 저장하고 있는 저장부; 및 CPU 접속부를 구비한다.

<32> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

<33> 도 2는 EPON 시스템의 OLT와 ONU의 계층구조를 도시한 것이다.

<34> 여기서 PCS(Physical Coding Sublayer), PMA(Physical Media Attachment) 및 PMD(Physical Media Dependent)는 이더넷 기반의 PON 망에서의 물리계층을 나타낸 것이다. PCS는 라인코딩으로 8B10B 알고리즘을 사용하며 코드그룹 동기화 및 MAC 계층과의 데이터 송수신 기능을 가진다. PMA는 SerDes(Serialize and De-Serialize) 기능, 클럭 및 데이터 복원기능 및 PLL 기능을 가지며 직렬데이터에서 유효한 병렬 10비트의 코드그룹 생성을 위한 콤마 검출 기능을 가진다. PMD는 1.25Gb/s 버스트 모드 광송수신 기능을 가진다. OLT에서는 버스트모드 광수신 기능과 연속모드 광송신 기능을 가지며, ONU에서는 버스트모드 광송신 기능과 연속 모드 광수신 기능을 가진다.

- <35> 데이터링크 계층은 에물레이션 부계층, MAC 부계층, MAC Control부계층, PON브릿지 부계층 및 Emulated-MAC부계층으로 구성된다. 데이터링크 계층과 물리계층은 송수신 데이터를 GMII(Gigabit Media Independent Interface)를 통하여 이루어 진다. GMII는 인터페이스 규격은 1기가 비트 및 그 이하의 속도의 이더넷 프레임을 처리할 수 있는 인터페이스 기능이다.
- <36> Emulation Layer ( RS : Reconciliation Sublayer )에서는 물리계층에서 올라온 프레임에 대해 프리앰블에 포함된 정보에 대한 CRC ( Cyclic Redundancy Check ) 검사 및 LLID ( Logical Link Identification ) 정보를 추출하여 상위에서 LLID별 MAC 부 계층 처리를 할 수 있도록 지원하며, 단 ONU의 경우에는 해당 LLID인 경우에만 필터링 기능을 수행하여 상위로 올려보내 주는 기능을 한다. 송신할 때는 MAC Control 부계층으로부터 LLID(Logical Link ID)가 붙은 프레임을 받아 LLID앞에 SFD(Start Frame Delimiter)를 넣고 7바이트 프리앰블에 대한 CRC값을 계산하여 8번째 프리앰블 바이트에 삽입하여 EPON용 프리앰블을 만들어 MAC부계층에서 내려온 프레임 앞에 삽입하여 GMII를 통해 물리계층으로 전달한다.
- <37> MAC부계층은 하향으로는 PON-MAC Control 부 계층에서 전달된 이더넷 프레임 중 MPCP용 제어 프레임에 대한 FCS 생성, IFG( Inter Frame Gap ) 삽입 및 하향 프레임에 대한 MIB (Management Information Base) 카운터 관리 등으로 처리하고, 상향으로는 FCS 검사, 어드레스 필터링 및 상향 프레임에 대한 MIB 카운터 관리 기능을 갖고 CPU에 제공하는 기능을 갖는다. 도 1에서와 같이 MAC과 MAC Control 부 계층은 LLID별로 별도로 구성되어 처리되는 형태를 갖는 것이 이더넷 PON을 위한 일반적인 시스템 구조이다.



- <38> PON-MAC Control 부계층은 OLT의 경우 대역할당 기능 및 스케줄링과 기타 MAC 제어에 관련된 작업을 수행하는 단계로, 현재 IEEE 802.3ah에서는 이더넷 MAC 프레임 전송 규약을 보존하면서 PON 전송을 제어하기 위한 방식으로 MPCP(Multi Point Control Protocol)를 권고하고 있어 MPCP 기능부로 명명이 가능하다.
- <39> PON Bridge 부계층은 EPON에 관련하여 기본적인 단순 브리지 기능과 함께 PON-tag 별 목적지 MAC 주소 및 VLAN ID를 위한 필터링 주소테이블의 생성과 관리를 통하여 PON 시스템 내에서의 ONU 간의 통신과 VLAN Multicast를 제공한다. Emulated-MAC 부계층은 본 발명에 해당하는 MAC 기능과 유사하나, 일부 관리기능은 제외하고, 상 하향 이더넷 프레임 정합 및 FCS 검사, PAUSE 프레임 처리 등을 주로 하는 기능을 제공한다.
- <40> 도 3은 이더넷 브릿지의 프레임 릴레이 유닛(Frame Relay Unit)의 기능블록도 및 포워딩 프로세스의 흐름도를 도시한 것이다.
- <41> MAC port에서의 프레임 수신시 FCS 검사 결과 오류가 없으면 유효한 프레임으로 판단하여 프레임을 Topology Enforcement(이하 TE) 기능블록으로 전달한다. TE 기능블록은 프레임이 수신된 포트의 상태가 forwarding 이면 필터링데이터베이스를 참고하여 다른 모든 포트에 relay 하거나 프레임이 허용된 데이터 길이 초과하면 프레임을 폐기하는 기능을 가진다.
- <42> 필터링 기능블록은 수신 프레임의 목적지 주소가 해당 포트의 MAC주소와 같은 지를 검사하는 것이다. 프레임 큐잉블록은 Filtered frame의 priority를 위해 검사 기능의 수행 및 각 유효한 목적지 포트를 위한 표시된 출력 큐에 위치시키는 기능이다. FIFO Port Queue는 802.1Q 표준에 따르는 프레임의 3비트의 Priority 필드에 따라서 최대 8개 레벨까지 저장된다. 프레임 선택블록은 수신의 Priority level 과 order에 따라서

FIFO Port Queue에서의 전송을 위한 프레임 선택한다. Priority Mapping 블록은 프레임 선택블록에서 선택한 프레임의 priority를 다시 매핑하는 기능을 가진다.

- <43> PCS Recalculation 블록은 Frame이 다른 프로토콜하에 동작하는 두개의 MAC 엔티티 사이로 forward 된다면, 새로운 FCS 계산하는 기능을 가지며, 이는 주로 Ethernet에서 FDDI로 또는 LAN에서 Token-Ring으로 등의 프로토콜이 전혀 다를 때에만 적용된다. 브릿지 릴레이 유닛은 Filtering DB(database)와 포트상태정보레지스터의 두개의 정보 엔티티를 포함한다. 포트상태정보레지스터는 포트의 블록킹, 포워딩, 디스에이블 상태를 표시하여 Topology Enforcement블록으로 통보하는 기능이다. 필터링데이터베이스는 개별 및 그룹 주소들을 가진다. 러닝 프로세스는 필터링데이터베이스를 갱신하는 기능이다. 포워딩 프로세스는 필터링데이터베이스와 일치하는 포트로 프레임을 포워드한다.
- <44> 도 4는 본 발명에 따른 EPON OLT 시스템의 PON 브리지 기능장치의 제1실시예를 나타낸 도면이다.

- <45> 먼저 본 실시 예에서는 상위계층이 NP(Network Processor) 또는 L2/L3 스위치가 될 수 있다. 또한 상위계층으로의 접속방법으로 GMII 또는 SPI접속의 사용이 가능하다. 본 발명에서의 실시예의 구성은 다음과 같다. GMII를 통한 상위계층접속부로서 송신MAC 포트와 수신MAC포트가 있으며, 하위계층은 MPCP(Multipoint Control Protocol) 부계층에 접속된다.

- <46> 수신출력처리부는 수신출력큐에서 데이터를 읽어 상위 NP나 스위치로 데이터를 보내기 위해 32비트 데이터를 8비트 데이터의 GMII 규격 신호로 바꾼다. Pause프레임의 발생은 송신입력큐에 overflow가 발생할 상황에서 Pause\_req 신호를 전달 받아서 NP 측으로 pause 프레임을 발생하는 작용을 한다. 송신입력큐가 Overflow 상황이 아닌 경우

에는 수신출력큐에서 프레임을 읽어 NP로 전달한다. 포즈프레임 발생시에만 발생한 프레임에 대한 FCS 생성을 수행한다. SPI 인터페이스를 가지는 경우는 SPI 형태로 데이터를 SPI 인터페이스로 보낸다.

<47> 수신출력큐는 수신록업 및 학습부로부터 802.1Q Priority 필드에 따라서 수신입력 큐로부터 읽은 프레임을 일시 저장하는데 사용되며, 수신록업 및 학습부에 의해 DA의 룩업 결과 ONU에 위치한 주소가 아니면 수신출력큐에 프레임을 저장한다.

<48> 송신입력처리부는 NP로부터 GMII 또는 SPI 방식으로 프레임을 받아 내부에서 사용하는 32비트 데이터로 바꾸고 프레임에 대한 FCS 검사 및 프레임 정합 기능을 수행한다. FCS 검사는 기가비트 이더넷의 MAC 계층에서 사용하는 CRC-32방식을 사용한다. 수신된 데이터는 송신입력큐에 기록된다. FCS 검사결과 CRC 오류가 검출되었을 경우에는 송신입력큐에 저장된 프레임을 폐기한다. 프레임 폐기방법은 송신입력큐의 제어주소를 프레임 기록 전 상태로 만드는 방법을 사용한다.

<49> 송신입력큐는 송신을 위해 NP 쪽에서 입력된 데이터 프레임들을 저장하고 있으며 내부에 하나 이상의 프레임 데이터가 있을 경우에는 프레임 상태를 송신록업 및 주소학습부에 알려 줌으로써 데이터의 처리가 시작되도록 한다. 또한 버퍼의 수준이 너무 올라가서 overflow가 발생할 상황이 되면 충분한 시간 전에 수신출력처리부에 pause\_req 신호를 이용하여 알려줌으로써 수신출력처리부가 pause프레임을 발생하고 pause 프레임에 대한 FCS를 계산하여 pause 프레임의 끝에 삽입하여 NP로 전달하도록 한다.

<50> Ethernet-PON에서 LLID는 16비트 값을 가지며 ONU가 등록될 때 OLT에 의해서 해당 ONU에 할당되며 한 ONU가 두 개 이상의 LLID를 가질 수도 있다. LLID는 운용하기에 따라 32개나 64개, 또는 더 많은 LLID값이 사용될 수 있고, 16비트 LLID의

상위 한 비트를 사용하여 anti-LLID를 표시한다. 이 anti-LLID는 하향으로 프레임을 보낼 때 사용하는 것으로써 특정 LLID를 제외하고 모두라는 뜻을 가진다. 예를 들어 16비트 중에서 위에서 두번째 비트를 anti로 사용한다고 했을 때 "000000000000111" 라는 값은 "LLID 7번을 제외하고 모두" 라는 뜻을 가지므로 LLID 7번을 할당받은 ONU만 제외하고 모든 ONU가 받게 된다.

<51> 송신록업 및 학습부는 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA를 lookup하여 해당 MAC 주소가 ONU측에 존재하는지 아니면 NP측에 존재하는지 알아내고 ONU측에 존재하는 경우 어떤 LLID를 달아야 할지 알아내어 ONU에 존재할 경우에는 적절한 LLID값을 붙여서 송신출력큐로 보낸다. 만약 해당 목적지 주소가 NP에 존재하는 경우에는 브리지 규격에 따라 프레임을 폐기한다. 만약 목적지 주소가 어디에 위치하는지 아직 학습되어 있지 않으면 flooding하게 되고 방송용 LLID를 붙여서 송신출력큐로 보낸다.

<52> 송신록업 및 학습부는 또한 입력된 프레임의 SA(소스주소)를 추출하여 FDB(filtering data base)에 기록하는 역할을 담당한다. 추출된 SA가 NP에 위치하고 있다고 기록하게 된다. 이렇게 새롭게 학습되거나 이미 학습된 내용이 다시 적힐 때는 새로 갱신되었음이 표시되어 CPU에 의해서 수행되는 aging 처리에 따라서 해당 FDB 엔트리가 지워지지 않도록 해 준다. 또한 송신록업 및 학습부는 VLAN Tagged 프레임일 경우에 송신록업 및 학습부는 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA 및 VLAN ID를 lookup하여 상위계층에서 수신한 VLAN ID가 ONU측의 DA일 경우에 VLAN 테이블에 대한 엔트리를 관리하는데 도 5와 도 6의 두가지 엔트리를 관리한다.

<53> 송신출력큐는 이미 룩업이 끝나서 LLID가 붙은 ONU로 향하는 프레임들이 MPCP로 전달되기 위해 대기하는 장소로써 802.1Q의 프레임의 3비트의 Priority 필드를 읽어서

Priority 값에 해당하는 송신출력큐에 각각 저장된다. 송신출력큐는 MPCP에서 오는 읽기 신호가 송신 mux를 통해서 오면 데이터를 출력하여 MPCP내부의 다중화기에 전달한다.

<54> 이 송신출력큐는 또한 데이터와 함께 각 Priority 큐에 한 개 이상의 프레임이 존재할 경우에 각 Priority 큐의 전체 프레임 수, 첫번째 프레임의 크기 및 첫번째 프레임의 헤더를 별도의 큐에 보관함으로써 MPCP에 제공한다. 이 정보는 MPCP가 송신 스케줄링을 할 때 사용되며, 특별히 이 방식이 ONU의 MPCP 슬레이브와 PON 슬레이브에서 사용될 경우에는 주어진 남은 grant 기간동안 큐에 대기하고 있는 프레임을 전송할 수 있는지 판단하는데 중요하게 사용된다.

<55> 수신입력큐는 MPCP로부터 온 프레임에서 3비트의 802.1Q priority 필드를 읽어서 해당되는 Priority 큐에 프레임을 각각 저장하고 priority 큐 각각에 한 개 이상의 프레임이 있는 경우 수신 룩업 및 학습부에 이 사실을 알려 읽어 가도록 한다.

<56> 수신룩업 및 학습부는 수신입력큐에 프레임이 있는 경우 그 데이터를 읽어서 filtering DB에서 DA(목적지 주소)관련 데이터를 룩업을 하여 해당 목적지 주소가 NP측에 있는지 ONU측에 있는지, ONU 측에 있으면 LLID값은 어떤지를 알아낸다. NP측에 있는 경우에는 LLID를 제거하고 수신출력큐로 보내며, ONU측에 있는 경우 LLID값을 해당 목적지 ONU의 LLID값으로 바꿔서 루프백 큐로 보낸다. 해당 DA 가 어디에 존재하는지 알 수 없을 경우에는 LLID를 떼어내고 NP로 전달하면서 동시에 원래 수신했던 LLID의 anti-LLID값을 달아서 MPCP로 전달한다. 이러한 동작은 기존의 브리지가 flooding하는 것과 같은 원리이다. MPCP에서 받은 프레임에서 LLID와 SA값을 해당 MAC 주소가 어느 LLID에 위치하는지 알아낸다.

- <57> 이렇게 MAC 주소를 가진 station들이 NP측에 위치하는지, 아니면 어떤 LLID에 해당하는 ONU에 위치하는지 알아내어 하나의 entry를 만들어 내부의 filtering DB에 저장(해당 근원지 주소가 ONU쪽에 있고 해당 LLID값은 얼마이다라는 정보를 기록한다.)하는 것을 source address learning이라고 한다. 이때 SA에 대한 갱신이 일어났음을 표시하여 CPU가 처리하는 aging에 의해 해당 entry가 지워지지 않도록 한다. FDB(Filtering DB)에 저장된 정보는 각 entry는 일정 시간동안 SA가 관찰되지 않으면 자동으로 폐기 되게 된다. 이것을 aging이라고 하며 주기는 10초에서 백만초까지 프로그램 가능하다.
- <58> 만약 ONU에서 프레임을 방송하였다면, 수신록업 및 학습부는 해당 프레임의 LLID를 소스 ONU의 anti-LLID를 붙여서 루프백 큐로 보내는 동시에 수신출력큐로 LLID를 제거한 프레임을 전달한다. 수신록업 및 학습부는 MPCP에서 오는 프레임에서 VLAN ID 및 LLID를 읽어서 VLAN 테이블에 이를 기록한다. 매 프레임 마다 VLAN ID를 룩업하여 각 ONU당 VLAN ID값을 학습한다. 학습결과 어떤 ONU가 동일한 VLAN 그룹의 다른 ONU로 프레임을 보내고자 할 때 OLT의 수신록업 및 학습부는 LLID에 대한 VLAN ID를 룩업하여 브로드캐스트 LLID를 붙여서 ONU로 방송한다.
- <59> FDB 테이블 메모리는 모든 MAC 주소에 대한 위치 정보를 저장하고 있으며 이 값은 송신 및 수신부에 있는 룩업 및 학습부에 의해 읽혀지고 쓰여지게 된다. 또한 CPU에 의해서 초기화 되고 aging을 위해 주기적으로 읽혀지고 쓰여진다. 이 FDB 테이블의 엔트리 형식은 도 6 및 도 7과 같다.
- <60> 루프백 큐는 OLT 시스템에 있는 PON Bridge에서만 존재한다. ONU로부터 와서 다른 ONU로 가는 프레임이 저장되는데 이 프레임들은 해당 목적지 ONU의 LLID를 앞에 달고 있다.

- <61> CPU 인터페이스부는 CPU와의 인터페이스를 담당하고 FDB 테이블의 초기화 및 aging 처리를 수행한다. SPI처리부는 SPI 인터페이스를 담당한다.
- <62> 도 5는 본 발명의 PON Bridge 장치의 주소관리유닛(Address Management Unit)의 기능 블록도를 도시한 것이다.
- <63> PON Bridge 내의 수신록업 및 학습부와 송신록업 및 학습부에서의 Filtering DB에 대한 주소관리장치에 설명이다. OLT 시스템의 PON Bridge는 Filtering DB는 1K 엔트리를 갖고 있다. 주소관리유닛으로 MAC DA가 입력되고 이는 해싱기능부의 입력으로 사용되어 8비트 해싱 출력값을 만든다. 이를 해싱 인덱스라고 부른다. 해싱 인덱스는 크기가 256x10bits Address Descriptor라고 불리는 buffer의 주소를 나타낸다. Address Descriptor는 256개의 10비트의 start address를 갖고 있으며, 10비트 start address는 Filtering DB의 1,024개의 엔트리의 주소를 나타낸다. Filtering DB의 엔트리의 구조는 도 6과 같다.
- <64> 도 6은 EPON OLT 시스템의 PON Bridge에서의 Filtering address table entry 구조를 나타낸 도면이고, 도 7은 EPON OLT 시스템의 PON Bridge에서의 VLAN Table Entry Format이다.
- <65> 엔트리는 총 11바이트, 즉 첫번째 바이트는 3비트의 상태비트, 3비트의 Reserved word 및 2비트의 PORT 선택신호로 구성된다. 다음으로 2바이트의 LLID, 6바이트의 MAC 주소 및 2바이트의 Link Pointer로 구성된다. 엔트리의 첫번째 바이트의 상태비트는 Valid를 나타내는 V(Valid) 비트, CPU에 의해 초기에 셋팅되고 자동갱신 되지 않는 영역을 나타내는 S(Static)비트 및 Learning 또는 Lookup에 의해 정해진 시간내에 한번은 접근했음을 나타내어 CPU가 자동갱신하지 못하게 하는 A(Aging)비트로 구성된다.

<66>        MAC 주소에 대한 해싱은 동일한 결과를 생성할 가능성이 있다. 따라서 동일한 해쉬인덱스 값에 수많은 MAC주소가 매핑될 수 있다. 즉 MAC주소의 충돌이 야기되는 것이다. 따라서, 본 발명은 MAC 주소에 대한 충돌에도 불구하고 러닝 또는 룩업을 할 수 있는 구조를 제시한다. Address Descriptor에 따라서 48비트의 MAC Address는 256개의 Address Descriptor로만 매핑된다. Address Descriptor의 10비트 내용은 1K의 Filtering DB에서의 엔트리의 위치를 나타낸다. 엔트리에서 마지막 2바이트인 Link Pointer는 MAC A 주소 충돌시 다음의 엔트리를 linked list 방식으로 묶는 옅셋 주소로 사용한다.

<67>        Linked list의 시작주소는 외부의 10비트의 Start pointer register에 의하여 정할 수 있으며, 마지막 linked list 주소는 외부의 end pointer register에 의하여 정할 수 있다. 즉, Address Descriptor의 직접 사상하는 엔트리 영역을 설정하고 이 이후의 영역은 모두 linked list 영역으로 사용이 가능하다. start pointer register와 end pointer register는 CPU에 의해 프로그램된다. Address Descriptor 버퍼는 CPU에 의해 초기화되어야 한다.

<68>        그리고, 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 GMII를 통한 상위계층과 접속하여 EPON 시스템에서 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다. 또한, 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 프레임이 ONU로부터 전송되어 다른 ONU로 가는 프레임을 저장하기 위해 루프백큐를 사용하는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.



- <69> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 프레임이 ONU로부터 전송되어 다른 ONU로 가는 프레임들을 해당 목적지 ONU의 LLID를 앞에 달고 전송되는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.
- <70> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 송신입력큐의 버퍼의 수준이 너무 올라가서 overflow가 발생할 상황이 되면 충분한 시간 전에 수신출력처리부에 pause\_req 신호를 이용하여 알려줌으로써 수신출력처리부가 pause프레임을 발생시키는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.
- <71> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA를 lookup하여 해당 MAC 주소가 ONU측에 존재하는지 아니면 NP쪽에 존재하는지 알아내고 ONU측에 존재하는 경우 어떤 LLID를 달아야 할지 알아내어 ONU에 존재할 경우에는 적절한 LLID값을 붙여서 송신출력큐로 보내는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.
- <72> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 VLAN Tagged 프레임일 경우에 송신록업 및 학습부는 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA 및 VLAN ID를 lookup하여 상위계층에서 수신한 VLAN ID가 ONU측의 DA일 경우에 VLAN 테이블에 대한 엔트리를 관리하고 갱신하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.
- <73> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 송신출력큐는 프레임 데이터와 함께 각 Priority 큐에 한 개 이상의 프레임이 존재할 경우에 각 Priority 큐의 전체 프레임 수, 첫번째 프레임의 크기 및 첫번째 프레임의 헤더를 별도의 큐에 보관함으로써 MPCP에 제

공하는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.

<74> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 SA러닝이 이루어져 갱신이 일어났음을 표시하여 CPU가 처리하는 aging에 의해 해당 entry가 지워지지 않도록 하는 FDB 엔트리의 static 필드를 갖는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.

<75> 본 발명의 PON Bridge부계층 장치는 도 5에서의 Filtering DB의 엔트리는 총 11바이트, 즉 첫번째 바이트는 3비트의 상태비트, 3비트의 Reserved word 및 2비트의 PORT 선택신호로 구성되며, 다음으로 2바이트의 LLID, 6바이트의 MAC 주소 및 2바이트의 Link Pointer로 구성된다. 엔트리의 첫번째 바이트의 상태비트는 Valid를 나타내는 V(Valid) 비트, CPU에 의해 초기에 셋팅되고 자동갱신 되지 않는 영역을 나타내는 S(Static)비트 및 Learning 또는 Lookup에 의해 정해진 시간내에 한번은 접근했음을 나타내어 CPU가 자동갱신하지 못하게 하는 A(Aging)비트로 구성되는 것을 특징으로 하여 EPON 시스템에서의 point-to-point 통신 및 VLAN Multicast 통신을 수행한다.

<76> PON 은 last mile문제에 대한 매력적인 해법으로써 수많은 검토된 기술이다. Ethernet PON(EPON)은 기존의 구내통신(LAN)에서 사용하던 이더넷을 일반 가입자 망에도 적용하기 위해서 만들어진 수동 광가입자망 방식으로서 망측에 연결된OLT(Optical Line Termination)와 가입자 측에 연결된 ONU(Optical Network Unit)가 중간에 수동 광분배기(Passive Splitter)를 통해 수동적으로 연결된 PON(Passive Optical Network)으로 구성되는 점-대-다점 광 네트워크이다. 즉, EPON 은 매체공유형 트리 구조의 망으로써, 기존의 이더넷에서의 매체공유와는 달리 파이버와 스플리터의 물리적 특성상 OLT 에

서 ONU 로의 하향 프레임은 모든 ONU 로 전달되고, ONU 로부터 송신되는 상향 프레임은 다른 ONU 에서는 수신하지 못하고 오직 OLT 에서만 수신할 수 있는 전송의 방향성을 갖고 있다. EPON 은 OLT 와 다수의 ONU 사이의 통신을 위하여 이더넷 프레임을 사용한다.

<77> 가입자 네트워크를 위한 해법으로써 EPON 의 표준화 작업은 IEEE 802.3ah Ethernet in the First Mile(EFM) 태스크 포스에서 진행되고 있다. 표준화 그룹의 초점은 물리계층과 데이터링크 계층의 변수와 동작을 정의함으로써 상호연동을 보장하는데 있다. CSMA/CD 이더넷은 공유매체와 점-대-점 링크에 연결된 임의의 단말이 다른 임의의 단말과 직접 통신이 가능한 반면에, PON 의 native mode 는 하향으로는 방송되고 상향으로는 TDMA(Time Division Multiple Access) 기반에서 ONU-OLT 간의 점-대-점 전송이다.

<78> 이러한 PON 에 IEEE 802.1D Spanning Tree를 적용하면 Loop 가 발생하게 되는 문제가 있다. 또한 PON 에서 한 ONU 에서 다른 ONU 로 프레임을 전송하기 위해서는, 한 ONU 가 OLT 로 프레임을 전송하고 OLT 가 이 프레임의 목적지 주소를 보고 해당하는 ONU 로 되돌려 보내야 한다. 하지만 기존의 이더넷 표준을 따르면 OLT 가 수신한 프레임은 ONU 로 되돌려 보낼 수 없고, ONU 에서도 자기가 보낸 포트에 MAC 프레임이 다시 입력되는 문제가 발생한다. EPON 에서 이러한 문제를 해결하기 위하여 EFM 그룹에서 점-대-다점 환경에서의 점-대-점 에멀레이션 프로토콜이 제안되었으나 구체적인 구현방법은 제시되지 못했다.

<79> 이러한 관점에서 본 발명에서는 EFM 그룹에서 제안한 ONU 간의 점-대-점 전송 프로토콜을 설명하고 이의 구현방안을 제안한다. 이를 통한 PON 의 점-대-다점 통신 환경에서 ONU 간의 점-대-점 통신을 가능하게 하는 구현요소 및 구조를 제시하고 각 계층간의 접속방법을 제안하여 이를 FPGA 또는 ASIC 으로 구현하기 위한 방안을 기술한다.

- <80> 도 8은 Ethernet-PON 액세스 네트워크 망 구조도이다.
- <81> 향후 모든 서비스가 IP 망으로 통합되는 추세이며, IP 패킷을 가장 효과적으로 전달하는 이더넷 데이터 링크를 PON 가입자 망에 적용하는 것이 EPON 가입자 망이다.
- <82> 망 구성을 보면, OLT 시스템은 망측의 국사에 위치하고 ONU 는 가입자의 인근 옥외에 설치되어 다수의 가입자가 기존의 전화선, 동축케이블, 단거리 무선 등으로 접속하여 FTTC 광가입자망을 구성하며 ONT 는 가입자 댁내에 설치되어 FTTH 광가입자망을 구성한다.
- <83> EPON 시스템이 점-대-다점 통신환경에서 마치 여러 개의 점-대-점 링크처럼 보이도록 함으로써 IEEE 802.1D 브릿지와 호환성을 유지하기 위하여 ONU ID 에 해당하는 LLID(Logical Link IDentification) 값을 도 9와 같은 8 바이트의 PON 프리엠블을 기존 이더넷 프리엠블과 대체한다.
- <84> 도 9는 PON 프레임 포맷을 나타낸 도면이다.
- <85> PON 프리엠블에서의 LLID 는 하향에 있어서는 해당 프레임이 향하고 있는 ONU 를 나타내며 상향에 있어서는 해당 프레임을 송신한 ONU 를 나타낸다.
- <86> LLID 에 모드비트를 MSB 에 추가하여 PON-tag 를 만든다. 모드비트는 1일 경우는 방송을 표시하고 0 일 경우는 점-대-점 에멀레이션을 표시한다. 또한 LLID 는 16 비트 값을 가지며 ONU 가 OLT 에 등록될 때 OLT 에 의해서 해당 ONU 에 할당되며 LLID 의 상위 한 비트를 사용하여 anti-LLID 를 표시한다. 이 anti-LLID 는 하향으로 프레임을 보낼 때 사용하는 것으로써 특정 LLID 를 제외하고 모두 라는 뜻을 가진다. 방송 LLID 는 LLID 값이 FFFF 일 때를 말하며, OLT 에 연결된 전체 ONU 가 받을 수 있다. ONU-to-ONU

링크는 상향 LLID 와 하향 anti-LLID 를 사용함으로써 브리지에서 볼 때 물리적으로 같은 선로에서 받아서 같은 선로로 다시 내보내어 브리지 규칙에 위반이지만 anti-LLID 를 사용함으로써 다른 선로로 forwarding 한 것과 같이 작동한다. EPON 에서 이와 같은 LLID 를 이용한 효율적인 데이터 링크를 도 11에 나타내었다.

<87> 도 10은 PON 의 효율적인 데이터 링크를 나타낸 도면이다.

<88> IEEE 802.1D 는 많은 엔드 스테이션과 브릿지들이 연결되어 있는 점-대-점 LAN 및 공유 LAN 들로 구성하는 네트워크를 가정한다. 엔드 스테이션들은 데이터 프레임을 발생시키고 수신한다. 브릿지들은 각 데이터 프레임들을 향하고 있는 최소한 그 스테이션까지 배달하도록 LAN 에서 LAN 으로 프레임을 중계한다. 프레임이 향하고 있는 엔드 스테이션에 도달할 필요가 없다면, 브릿지들은 어떤 LAN 상에 해당 데이터 프레임을 송신하지 않음으로써 대역폭을 보호한다. 프레임이 어디를 향하는지 불 확실할 때, 브릿지는 대역폭 보호 보다는 연결성을 선호하고 프레임을 지나치게 전송한다.

<89> IEEE 802.1 브릿지에 의해 기대된 공유 LAN 의 정의를 만족시키기 위해, 다른 ONU 로 향하는 유니캐스트 프레임을 제외하고는 OLT 는 ONU 로부터 수신한 모든 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 프레임을 반사해야 한다. 브릿지나 LAN 에서의 연결 실패를 고려하기 위하여, 대부분의 bridged LAN 네트워크는 redundancy 를 포함한다. 즉, 대부분의 데이터 프레임을 위해 목적지 스테이션과 시작 스테이션 사이에 이용 가능한 다수의 물리적 경로가 있다. 만약 모든 브릿지가 모든 LAN 상에 모든 수신된 데이터 프레임을 단지 flood 된다면, 이들 redundant 경로로 인하여 각 데이터 프레임이 끝없이 복제되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 meltdown 을 피하기 위해, IEEE 802.1D 브릿지는 물리적 토폴로지 전체에 스페닝 트리를 만든다.

- <90> 도 11은 PON Native Mode - 802.1D Incompatible를 도시한 도면이다.
- <91> 도 11은 각각의 ONU 가 또 다른 경로로 LAN 에 연결 되어있고, ONU1 즉 B1 이 Root 브릿지인 경우에 STP 를 적용한 결과로서 Loop 가 발생되어 있다. 따라서, 방송 프레임 을 보낼 경우 프레임의 복사가 반복되어 flooding 되는 상황이 발생한다. 실제 이러한 경우가 발생하는 경우는 극히 희박한 경우이며 Root 브릿지는 OLT 측에 구성되는 경우가 일반적일 것이며, ONU 를 서로 연결하는 예비 LAN 도 구성이 되는 경우가 없을 것이다. 도 10은 근본적 문제를 예시한 것이고, 브릿지들이 PON 주위에 구성될 때 PON 이 브릿지의 STP 기능과의 incompatibility 가 발생할 수 있다는 것을 증명한 것이다.
- <92> 도 12는 ONU와 ONU 데이터 링크를 위한 방식을 도시한 도면이다.
- <93> 즉, PON 망에서 ONU 와 ONU 가 직접 통신하기 위한 두가지 방안을 도 12에 나타내었다. 여기서 LLIDi 로 표시된 부분을 특정 ONU 에 일대일 대응된다. 도 12a에서 도시한 방식은 P2P 에플리케이션 방식으로써 하향의 방송 링크도 점-대-점 논리적 링크로 재구성하는 것이다. 각 ONU 로부터 올라온 프레임을 첨부된 PON-tag 를 보고 구분하여 상위의 MAC 계층으로 올려보낸다. 상위의 MAC 계층은 PON 인터페이스에 연결된 ONU 의 수만큼의 논리적인 MAC 계층이 구성되는 방식이며 각각의 MAC 계층이 브릿지의 포트에 연결되어 프레임이 브릿지를 통하여 스위칭되어 해당하는 MAC 계층을 통하여 내려오게 된다. 브릿지에서 스위칭되어 내려온 프레임은 목적지 주소에 해당하는 PON-tag 가 첨부되어 PON 인터페이스를 통하여 ONU 로 방송된다.
- <94> ONU 는 수신한 프레임의 PON-tag 를 확인하여 자신의 PON-tag 인 경우는 PON-tag 를 제거하여 상위로 올려보내고, 그렇지 않은 경우는 필터링하여 프레임을 버린다. 이 경우는 프레임 멀티플렉싱이 각 MAC 계층에서 이루어지고, MAC 계층간 멀티플렉싱이 한

번 더 이루어져야 하므로, 프레임 멀티플렉싱이 복잡하게 되는 단점이 있고, 또한 하나의 PON 인터페이스에 대하여 논리적인 MAC 계층이 ONU 의 수만큼 구성되어야 하는 단점이 있다.

<95> 도 12b에서 도시한 방식은 공유매체 에뮬레이션 방식으로써, 기능은 ONU 로부터 수신된 모든 프레임에 서 PON-tag 를 제거하여 상위 계층으로 올려보내고, 동 시에 이 프레임을 복사하여 PON 인터페이스를 통하여 모든 ONU 로 방송하는 것이다. ONU 는 수신한 프레임의 PON-tag 를 확인하여 자신의 PON-tag 인 경우는 필터링하여 프레임을 버리고, 그렇지 않은 경우는 PONTAG 를 제거하여 상위로 올려보낸다. 이 방식은 ONU 간의 점-대-점 통신이 아닌 경우에도 모든 프레임을 PON인터페이스로 되돌려 보내므로 PON 망에서의 하향 대역폭 낭비가 심한 단점이 있다.

<96> 이러한 단점들을 극복하고 PON 의 점-대-다점 통신환경에서의 ONU 들 간의 점-대-점 통신을 위하여 OLT 의 MAC 부 계층 상위에 공유랜 에뮬레이션 (Shared LAN Emulation) 기능을 제안한다. 공유랜 에뮬레이션은 도 14와 같이 에뮬레이션 계층 (Emulation layer, EL), 논리적 MAC(Logical MAC), PON Bridge 의 3 개의 기능블록으로 구성된다. 에뮬레이션 계층의 기능은 ONU 로부터 올라온 프레임의 LLID 를 보고 이를 해당하는 논리적 MAC 으로 넘겨준다. 논리적 MAC 은 이 프레임에 대한 MAC 처리 후에 프레임을 상위계층 PON Bridge 기능으로 넘긴다.

<97> 에뮬레이션 계층은 MPCP(Multi-Point Control protocol)에서 Auto Discovery 과정을 통하여 획득된 LLID 를 받아서 Update\_LLID Register 에 저장한다. 프레임

을 송신할 때는 MAC 부계층으로부터 MAC 프레임을 받아 Update\_LLID Register 에 저장된 LLID 를 이용하여 도 10의 8 바이트의 EPON 프리엠블을 생성한다. EPON 프리엠블은 2 바이트 SFD(Start Frame Delimiter), 3 바이트 Reserved 바이트, 2 바이트 LLID 및 1 바이트 CRC 로 이루어 진다. EPON 프리엠블에 대한 CRC 생성은 CRC-8 을 이용하여 계산한다. 생성된 EPON 프리엠블은 MAC 프레임 앞에 삽입되어 GMII 인터페이스를 통하여 PCS(Physical Coding Sublayer)로 전달된다.

<98> 도 13은 공유랜 에물레이션 구조도이다.

<99> 프레임을 수신할 때는 물리계층에서 LLID 를 포함하는 EPON 프리엠블이 붙은 프레임을 수신하여 EPON 프리엠블에 대한 CRC 를 검사를 수행하고 EPON 프리엠블에서 LLID 값을 추출한다. EPON 프리엠블에 대한 CRC 오류가 없을 경우에 추출된 LLID 와 방송 LLID, anti-LLID 및 Update\_LLID 레지스터에 저장된 LLID 와 비교하여 LLID 필터링 기능을 수행한다. ONU 의 에물레이션 계층에서 만약 추출된 LLID 가 방송 LLID 인 경우와 Update\_LLID 레지스터에 저장된 LLID 와 같다면 무조건 success 시킨다. 또한 추출된 LLID 가 anti-LLID 인 경우는 Update\_LLID 레지스터에 저장된 LLID 의 하위 15 비트가 추출된 anti-LLID 의 하위 15 비트와 같다면 프레임을 폐기하고, 다르다면 hit 시킨다. LLID 비교에서 hit 일 경우만 MAC 프레임을 MAC 서브블록으로 전달한다.

<100> OLT 에물레이션 계층에서는 추출된 LLID 가 저장된 전체 ONU 의 LLID 테이블에 없다면 프레임을 폐기하고, 있다면 hit 시키고 LLID 값을 상위계층으로 올려 보내는 기능을 한다.

<101> 도 14는 PON Bridge 기능 구조도이다.



- <102> PON Bridge 기능은 도 14에서 상세히 설명하고 있다. 이 기능은 MAC 상위에 논리적 링크를 상호 연결하는 PON 특유의 브릿지 기능으로써 N 개의 LLID 즉 논리링크, N 개의 anti-LLID, 1 개의 방송 포트인 ULLID 등으로 2N+1 개의 포트가 PON 측으로 구성된다. 여기에서 anti-LLID 는 이 식별자를 갖는 이더넷 프레임은 해당 LLID 의 ONU 는 수신하지 못하고 다른 ONU 들은 모두 수신할 수 있는 링크를 의미한다. 이것은 특정 ONU 가 방송 프레임을 발생하였을 때, 상향으로 프레임을 보내는 동시에 같은 PON 의 다른 ONU 에도 단 한 개의 방송 프레임을 보냄으로써 모두 수신하도록 하는 포트이다.
- <103> ULLID 는 상위에서 내려온 프레임을 PON 내의 모든 ONU 가 받을 수 있도록 하는 포트입니다. 프레임이 ULLID 를 식별자로 달고 PON 하향 전송되면 모든 ONU 가 수신한다.
- <104> 도 14에는 모든 가능한 프레임 전달 경로를 나타낸다. 앞에서 설명한 각 포트의 즉 LLID 의 의미를 생각하면 각 전달 경로가 갖는 의미를 이해할 수 있다. 이러한 동작이 이루어지도록 하기 위해서는 IEEE 802.1D 브릿지와 유사한 MAC 주소 및 LLID 러닝 및 룩업 기능이 PON Bridge 에서 일어난다. 동시에 VLAN 에 의한 멀티캐스트 기능과 보안을 보장하기 위해서는 동시에 VLAN 테이블 관리를 위한 러닝 및 룩업이 필요하다.
- <105> PON 브리지 블록은 논리적 MAC 으로부터 프레임을 받았을 때는 프레임의 VLAN 태그를 보고 802.1Q 의 최대 8 개의 Priority 큐에 프레임을 저장하여 VLAN 의 Priority 값에 따라서 순서대로 프레임을 출력시킨다. 출력된 프레임의 목적지 주소를 러닝하여 필터링 DB 에서 저장하고 스위치 또는 NP 로 GMII 인터페이스를 통하여 출력시킨다.
- <106> PON 브리지 블록은 GMII 인터페이스를 통하여 스위치로부터 상향 프레임을 받았을 경우 해당 프레임의 DA 값을 보고 필터링 DB 에서 해당 주소가 상향의 스위치 네트워크에 있는 것이라면 그 프레임을 폐기하고 필터링 DB 에 해당 주소가 없다면 상향 프레임

의 VLAN 태그에 따라서 최대 8 개의 Priority 큐에 VLAN Tag 의 Priority 필드에 따라 프레임을 저장하고 VLAN Priority 필드에 따라서 Priority 큐 프레임 MAC 계층으로 전달한다.

<107> 또한 스위치 또는 네트워크 프로세서로부터의 시작주소 러닝을 통하여 필터링 DB 에 기록하는 과정도 수행한다. PON Bridge 기능은 IEEE 802.1D 의 단순 브릿지 기능과 호환 기능을 가지면서 점-대-점 통신을 위해 ONU 로부터의 전달된 프레임의 LLID 및 목적지 주소를 근거로 판별하여 목적지 주소에 해당되는 LLID 를 바꾸어서 해당하는 논리적 MAC 을 통하여 하위 계층으로 내려 보낸다. 방송인 경우에는 별도의 방송용 논리적 MAC(LM0)을 통해 내려보낸다. 이 경우 방송용 비트를 셋팅한다. 이 경우는 논리적인 MAC 이 (LLID 의 수 x 2 +1) 만큼 존재하게 되고, 공유랜 에뮬레이션 기능을 위해 프레임 형태가 이더넷 표준과는 달리 변경되어야 한다. 상위계층에 대한 접속은 GMII 또는 SPI 를 통하여 NP(Network Processor) 또는 L2/L3 스위치가 가능하다.

<108> 본 발명은 EPON 망에서 IEEE802.1D 의 표준을 지키면서 EPON 망에서의 ONU 간 점-대-점 통신을 제공하기 위해 필요한 PON Bridge 계층의 구현 구조를 제시하였으며, ASIC 이나 FPGA 로 구현할 경우 하드웨어 장치를 단순화 하여 장치의 저가화로 시스템의 가격 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 향후 VLAN 을 이용한 멀티캐스트 방안을 연구하여 PON 에서의 멀티캐스트를 지원할 예정이다.

<109> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터

저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<110> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<111> 상술한 바와 같이 본 발명은 종래의 이더넷 프로토콜을 그대로 사용할 경우 ONU 간의 통신을 지원할 수 없었던 문제와 802.1D와의 호환성 문제를 해결하는 효과가 있다. 즉, 상위계층의 접속부로 GMII나 SPI를 채택함으로써 수많은 상용 스위치나 NP에 접속이 가능하다. 상하향의 Priority-tagged 프레임의 지원을 지원할 수 있으며, PON Bridge 기능에 VLAN Multicast를 지원함으로써 Ethernet 기반 PON에서의 VLAN을 구축 가능하다. 또한 PON Bridge의 FDB를 통해 룩업된 프레임만을 PON 링크로 보내므로, 링크의 효율을 높일 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

이더넷 기반의 PON망에의 PON Bridge 부계층장치에 있어서,

NP 로부터 GMII 또는 SPI 방식으로 프레임을 받아 내부에서 사용하는 32비트 데이터로 바꾸고 프레임에 대한 FCS 검사 및 프레임 정합 기능을 수행하는 송신입력처리부;

송신을 위해 NP 쪽에서 입력된 데이터 프레임들을 저장하고 있으며 내부에 하나 이상의 프레임 데이터가 있을 경우에는 프레임 상태를 송신록업 및 주소학습부에 알려 줌으로써 데이터의 처리가 시작되도록 하는 송신입력큐;

상기 송신입력큐에서 프레임 데이터를 읽어 DA를 lookup하여 해당 MAC 주소가 ONU 측에 존재하는지 아니면 NP쪽에 존재하는지 알아내고 ONU쪽에 존재하는 경우 어떤 LLID를 달아야 할지 알아내어 ONU에 존재할 경우에는 적절한 LLID값을 붙여서 송신출력큐로 보내는 송신록업 및 학습부;

이미 룩업이 끝나서 LLID가 붙은 ONU로 향하는 프레임들이 MPCP로 전달되기 위해 대기하는 장소로써 802.1Q의 프레임의 3비트의 Priority 필드를 읽어서 Priority 값에 해당하는 메모리에 각각 저장하는 송신출력큐;

MPCP 로부터 온 프레임에서 3비트의 802.1Q priority 필드를 읽어서 해당되는 Priority 큐에 프레임을 각각 저장하는 Priority큐를 제어하는 Priority큐 제어부;

MPCP로부터 온 프레임에서 3비트의 802.1Q priority 필드를 읽어서 해당되는 Priority 큐에 프레임을 각각 저장하고 priority 큐 각각에 한 개 이상의 프레임이 있는 경우 수신 룩업 및 학습부에 이 사실을 알려 읽어 가도록 하는 수신입력큐;

수신입력큐에 프레임이 있는 경우 그 데이터를 읽어서 filtering DB에서 목적지 주소 관련 데이터를 룩업을 하여 해당 목적지 주소가 NP측에 있는지 ONU측에 있는지, ONU 측에 있으면 LLID값은 어떤지를 알아내는 수신룩업 및 학습부;

수신룩업 및 학습부로부터 802.1Q Priority 필드에 따라서 수신입력큐로부터 읽은 프레임을 일시 저장하는데 사용되며, 수신룩업 및 학습부에 의해 DA의 룩업 결과 ONU에 위치한 주소가 아니면 수신출력큐에 프레임을 저장하는 수신출력큐;

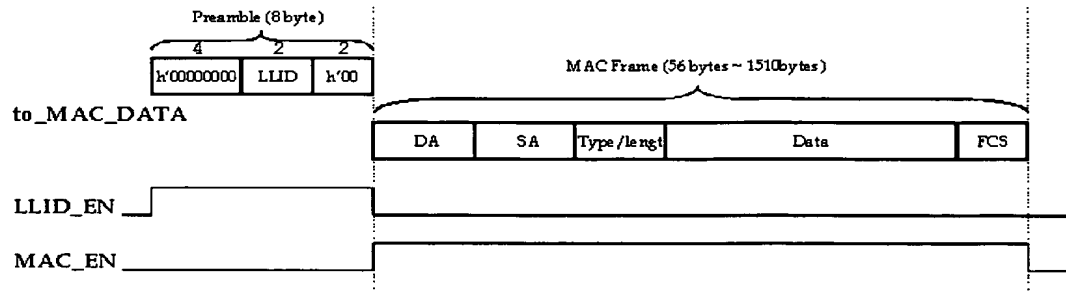
수신출력큐에서 데이터를 읽어 상위 NP나 스위치로 데이터를 보내기 위해 32비트 데이터를 8비트 데이터의 GMII 규격 신호로 바꾸는 수신출력처리부;

필터링 테이블 및 VLAN 테이블을 저장하고 있는 저장부; 및

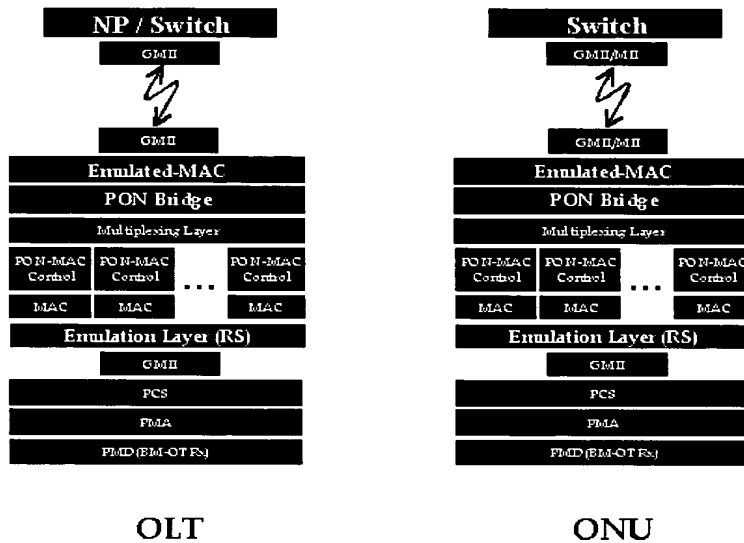
CPU 접속부를 포함하는 것을 특징으로 하는 EPON 시스템에서의 PON Bridge 부계층 장치.

## 【도면】

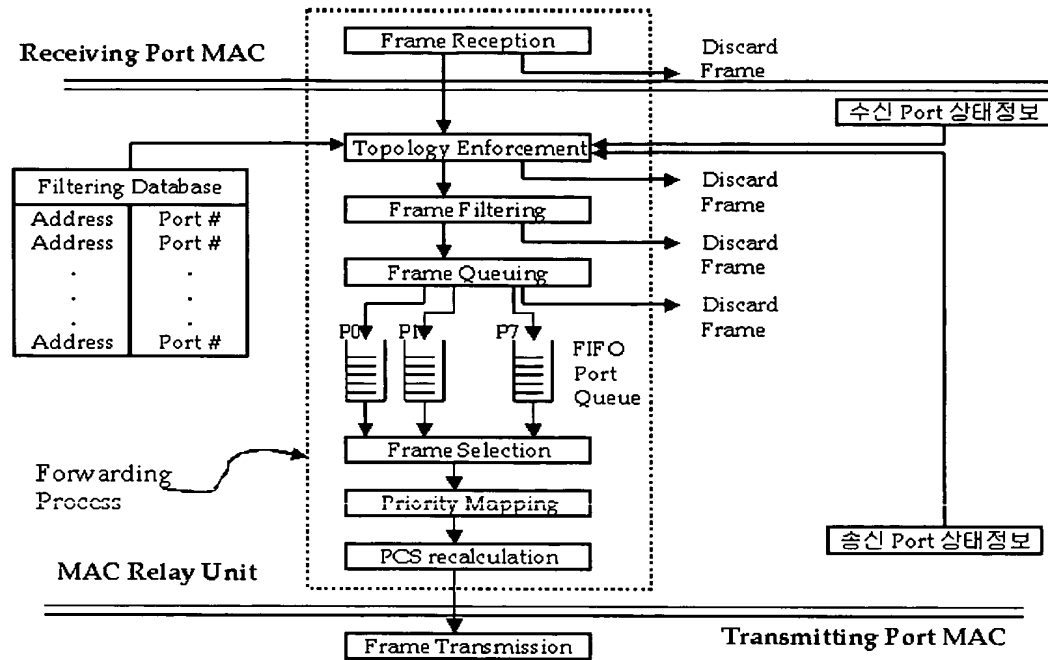
【도 1】



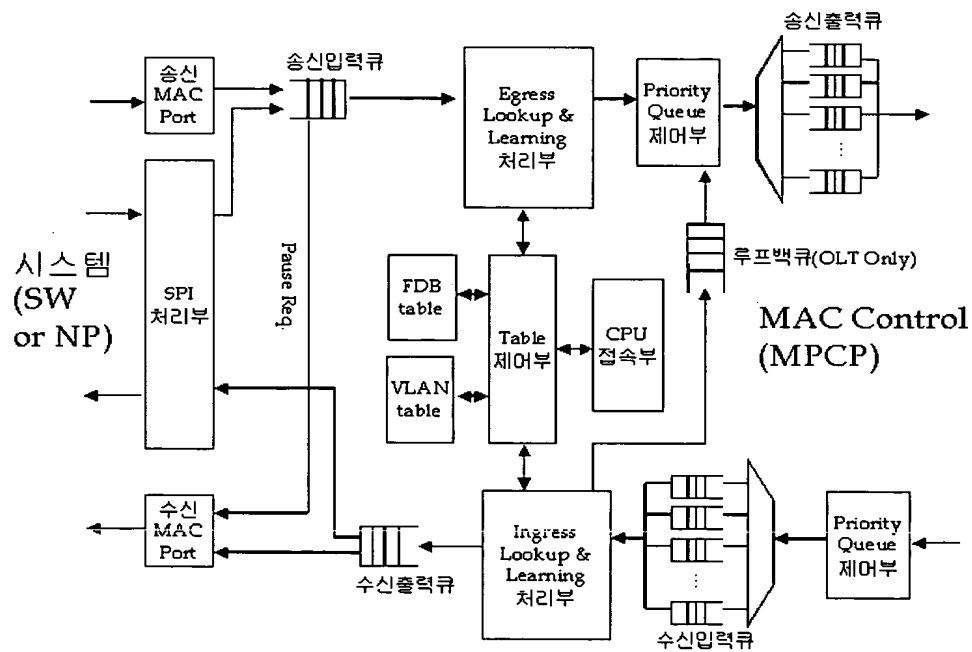
【도 2】



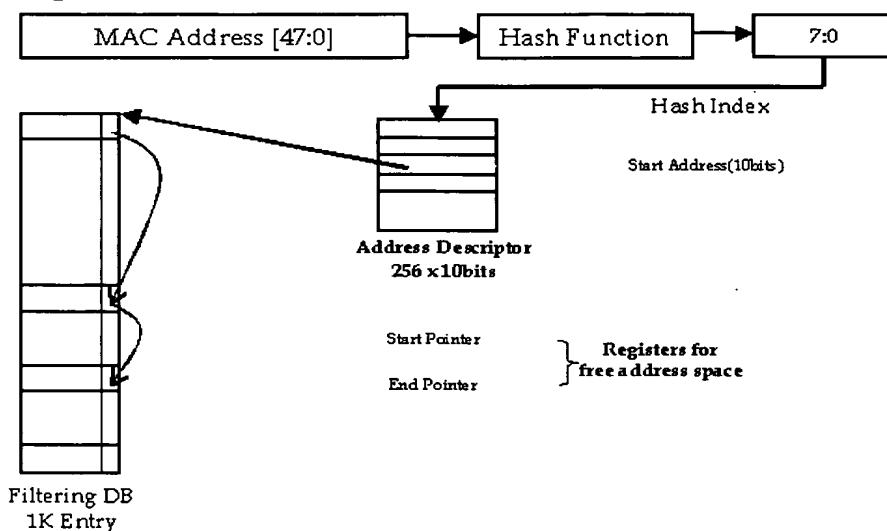
【도 3】



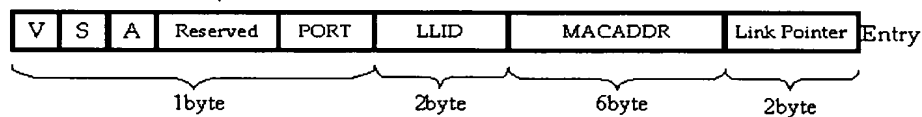
【도 4】



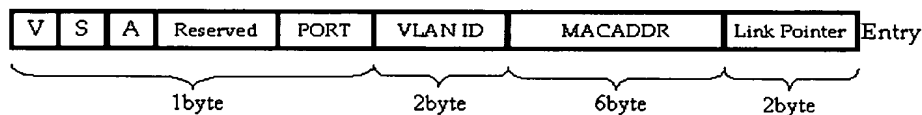
【도 5】



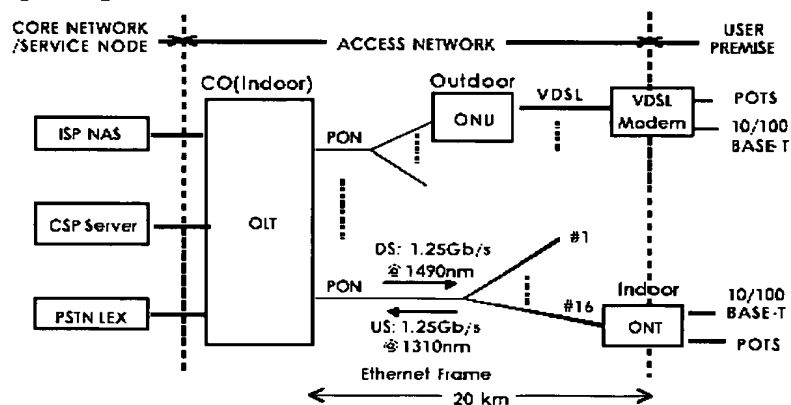
【도 6】



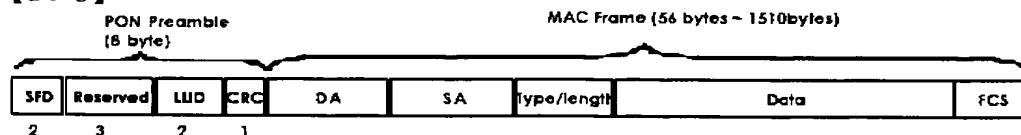
【도 7】



【도 8】

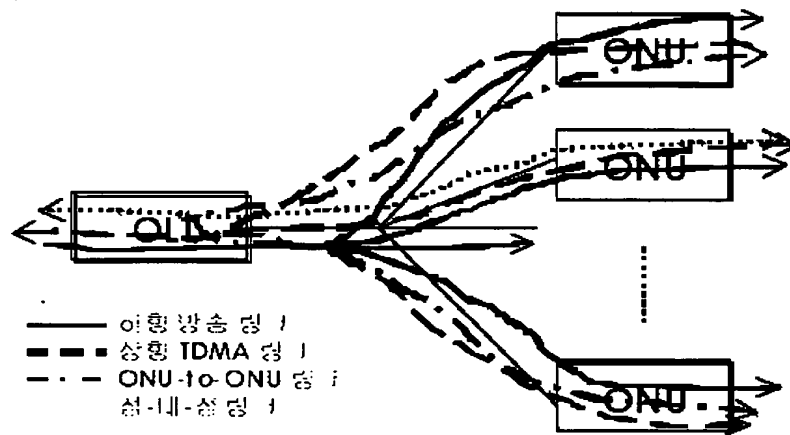


【도 9】

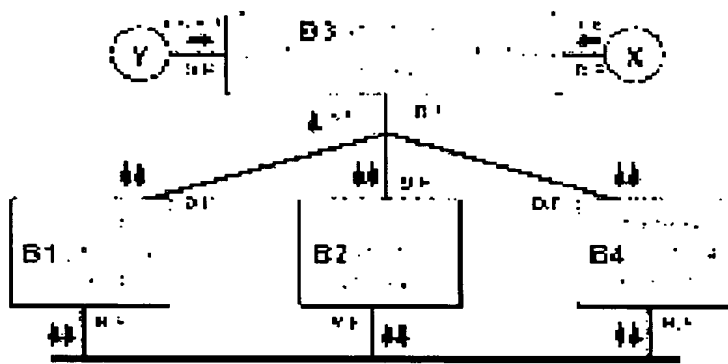




【도 10】

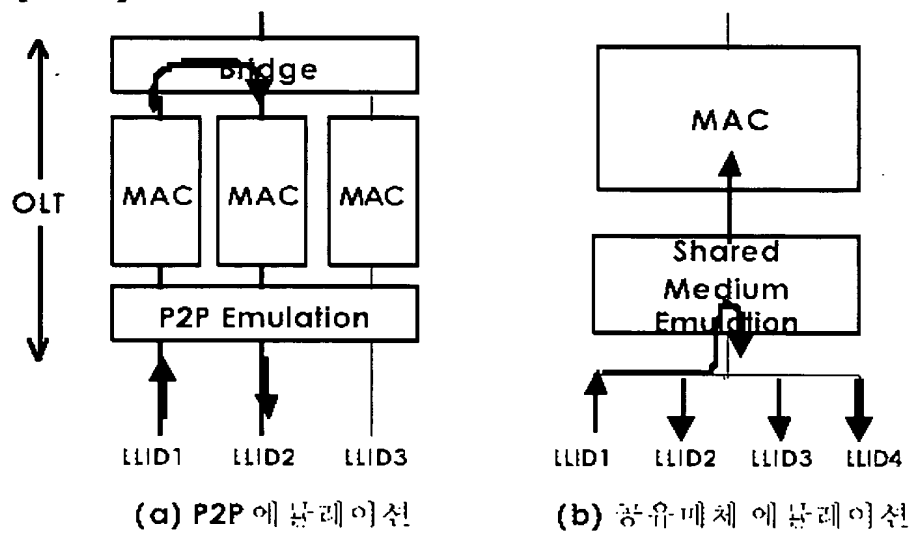


【도 11】

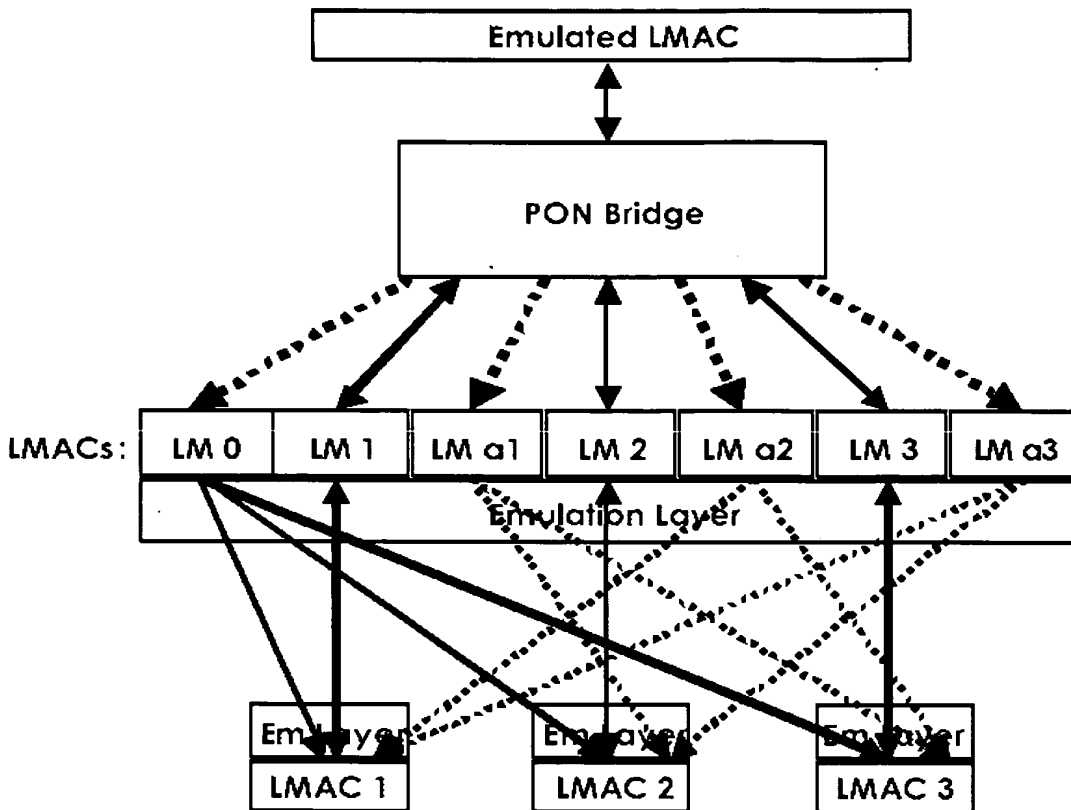


{Root Bridge ID, Path Cost, Bridge ID}

【도 12】



【도 13】



【도 14】

